

数据库 课程设计

周爱武 汪海威 肖云 编著



第2版



机械工业出版社
China Machine Press

高等院校计算机课程设计指导丛书

数据库 课程设计

周爱敏 汪海威 肖云 编著



第2版



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

数据库课程设计 / 周爱武, 汪海威, 肖云编著. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2016.10
(高等院校计算机课程设计指导丛书)

ISBN 978-7-111-55205-5

I. 数… II. ① 周… ② 汪… ③ 肖… III. 数据库系统—课程设计—高等学校—教学参考资料 IV. TP311.13-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 255115 号

本书遵循数据库设计的具体要求, 独立于具体的数据库教材, 以多个实际应用系统为案例, 引导读者理解应用需求, 逐步完成数据库设计的全过程。本书重点讲解数据库应用系统的需求分析、概念设计、逻辑设计、物理设计和实施过程, 对每个案例都设计了大量常用的数据库访问操作, 目的是让读者掌握数据库操作的基本技能, 加强实践动手能力, 力争让读者看得懂、学得会、用得上、记得牢。本书最后还给出一个应用系统开发的具体步骤和主要代码, 读者可以参照其进行应用系统开发的锻炼。

本课程设计在突出基础知识训练的同时, 也注重技能训练, 可以作为高等学校计算机及相关专业数据库课程设计的教材或教学参考书, 也可以供软件开发人员和相关技术人员阅读使用。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 余 洁

责任校对: 殷 虹

印 刷: 北京文昌阁彩色印刷有限责任公司

版 次: 2016 年 11 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 185mm×260mm · 1/16

印 张: 16.5

书 号: ISBN 978-7-111-55205-5

定 价: 39.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东

前 言

《数据库课程设计》一书自 2012 年出版以来,受到广大读者的一致好评和欢迎。本书作为第 2 版,主要做了以下修订:根据数据库技术的发展和读者的反馈,将第 1 版中的数据库管理系统升级为应用更加广泛的 SQL Server 2008,对第 1 版案例中的数据库操作语句和截图都做了必要的修正;对应用案例进行了调整,选用了对于读者更有应用价值的案例。

编写数据库课程设计的目的是希望通过课程设计的综合训练,培养读者分析问题、解决问题的实际应用能力,最终目标是通过课程设计的练习,帮助读者系统地掌握数据库应用的基本理论和应用技术,为成为卓越的软件工程人才打下坚实的基础。

本书主要有如下 7 个特点。

(1) 通用。本书独立于具体的数据库原理教科书,涵盖了数据库设计的全过程,读者可以以“不变”应“万变”。

(2) 思路清晰。所选择的课程设计案例既能覆盖所要掌握的知识点,又能接近工程实际需要。每个案例都贯穿了数据库课程设计的各个阶段,可以训练读者实际分析问题、理解问题、解决问题的能力。

(3) 通俗易懂。以案例为线索,用读者容易理解的简洁语言来描述复杂的概念。通过详细的案例解决步骤,循序渐进地启发读者完成数据库设计的全过程。课程设计按照需求分析、概念设计、逻辑设计、物理设计和实施、数据库维护的规范步骤,对应用案例进行数据库设计,帮助读者理解数据库在实际应用中的解决方案。

(4) 重在实用。强调动手实践,从需求分析到数据库实施、数据操纵,让读者在做完一个课程设计案例后能够融会贯通,并能将所学知识应用到以后的实际数据库系统开发工作中。

(5) 由浅入深。课程设计分为基础部分与提高训练,最后提供了一个应用系统实例,基于 JSP 开发平台进行数据库应用程序的开发,从而进一步锻炼读者解决实际问题能力,并能够满足不同学校 and 不同学生的要求。

(6) 团队合作。课程设计以小组为单位进行训练,小组成员既要有相互合作的精神,又要分工明确,每个成员都必须充分了解整个数据库设计的全过程。

(7) 提供教学资源。为了方便教学,本书提供了应用案例中的所有实例数据及“网上书店系统”的源代码。这些都可以从华章的官方网站(www.hzbook.com)下载。

本书的第 1 版曾被国内许多院校使用,有的学校还将其用作毕业设计的参考资料。本次修订也得到了他们的支持和帮助,在此对他们表示感谢!同时也希望他们在使用中继续不吝赐教。

本书是笔者在多年从事数据库原理和数据库课程设计教学的基础上编写的,书中根据笔者多年的教学经验,针对实际问题,强调数据库课程设计的系统性和实践性,案例选择面向学生、贴近实际,力争让学生看得懂、学得会、记得牢、用得上。

本书的结构安排如下：第 0 章首先介绍课程设计的目标、要求、管理及评价体系；第 1 章回顾了数据库的基本原理和数据库设计的过程；第 2 ~ 5 章安排了 4 个具体的贴近实际的案例，以案例为线索，带领读者逐步进行从需求分析到数据库实施的数据库设计全过程，其中的每个案例均完全独立，自成体系；第 6 章以网上书店系统作为案例，以 JSP 为开发平台，介绍了数据库应用系统开发的具体方法、步骤，并附有主要代码；第 7 章简要介绍了数据库应用系统的开发环境，进行开发的同学可以参考其中的内容；第 8 章提供了一些数据库课程设计的选题，以供进行数据库课程设计的学生参考选择。

中国科学技术大学刘振安教授，安徽大学计算机科学与技术学院及安徽中澳科技职业学院的领导、教师和学生对本书的编写工作均给予了大力支持，并提出了很多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免出现一些疏漏和错误，殷切希望读者提出宝贵的批评意见和修改建议。

编者

2016 年 8 月于安徽大学

目 录

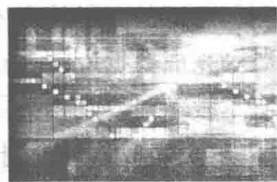
前言

第 0 章 概述	1
0.1 数据库课程设计目标	1
0.2 数据库课程设计结构	2
0.3 课程设计规范要求	2
0.3.1 课程设计要求	2
0.3.2 课程设计的过程	3
0.3.3 课程设计报告的格式	3
0.3.4 课程设计的管理	4
0.4 课程设计的考评	4
0.5 数据库课程设计教学安排	5
第 1 章 数据库基础知识回顾	6
1.1 数据库系统的概念	6
1.1.1 数据库、数据库系统、数据库 管理员和数据库管理系统	6
1.1.2 数据库系统的发展	8
1.1.3 数据库系统的结构	12
1.1.4 关系数据库	15
1.2 数据库设计的基本步骤	16
1.2.1 需求分析	17
1.2.2 概念结构设计	17
1.2.3 逻辑结构设计	19
1.2.4 数据库物理设计	21
1.2.5 数据库实施	21
1.2.6 数据库运行与维护	22
1.3 SQL	22
1.3.1 SQL 概述	22
1.3.2 SQL 语句的格式说明	25
1.3.3 SQL 的数据定义功能	25
1.3.4 SQL 的数据查询功能	34

1.3.5 SQL 的数据更新功能	39
1.3.6 SQL 的数据控制功能	41
1.3.7 SQL 中的数据类型	42
1.4 常用的数据库管理系统	44
1.4.1 主流的数据库管理系统产品	44
1.4.2 选择数据库管理系统产品的依据	45
1.5 SQL Server 2008 数据库管理系统	47
1.5.1 SQL Server 2008 简介	47
1.5.2 安装与配置 SQL Server 2008	49
1.5.3 使用 SQL Server 2008	53
第 2 章 教学管理系统	55
2.1 需求分析	55
2.2 概念结构设计	56
2.3 逻辑结构设计	58
2.4 数据库物理设计与实施	59
2.4.1 创建“教学管理系统”数据库	59
2.4.2 建立和管理基本表	61
2.4.3 建立和管理视图	70
2.4.4 建立和管理索引	73
2.5 访问数据库	74
2.5.1 数据查询	77
2.5.2 数据更新	80
2.6 数据库维护	84
第 3 章 图书借阅系统	92
3.1 需求分析	92
3.2 概念结构设计	92
3.3 逻辑结构设计	95
3.4 数据库物理设计与实施	96
3.4.1 创建“图书借阅系统”数据库	96
3.4.2 建立和管理基本表	98
3.4.3 建立和管理视图	105

3.4.4 建立和管理索引	109	6.3.3 测试环境	189
3.5 访问数据库	110	6.4 目录结构与通用模块	189
3.5.1 数据查询	112	6.4.1 目录结构	189
3.5.2 数据更新	116	6.4.2 通用模块	190
3.6 数据库维护	118	6.4.3 JSONUtils 类的一些公用方法	192
第 4 章 网上书店系统	124	6.5 系统详细设计与实现	194
4.1 需求分析	124	6.5.1 用户注册模块	194
4.2 概念结构设计	125	6.5.2 用户登录模块	197
4.3 逻辑结构设计	127	6.5.3 购物车模块	199
4.4 数据库物理设计与实施	128	6.5.4 查看订单模块	206
4.4.1 创建“网上书店系统”数据库	128	6.5.5 修改用户信息模块	209
4.4.2 建立和管理基本表	129	6.5.6 管理员登录模块	212
4.4.3 建立和管理视图	137	6.5.7 图书管理模块	213
4.4.4 建立和管理索引	139	6.5.8 订单管理模块	220
4.5 访问数据库	141	6.5.9 用户管理模块	222
4.5.1 数据查询	142	第 7 章 应用开发环境介绍	225
4.5.2 数据更新	147	7.1 数据库应用系统的架构	225
4.6 数据库维护	149	7.1.1 客户端 / 服务器模式	225
第 5 章 仓库管理系统	155	7.1.2 浏览器 / 服务器模式	225
5.1 需求分析	155	7.2 Web 应用系统开发平台简介	226
5.2 概念结构设计	155	7.2.1 ASP	226
5.3 逻辑结构设计	158	7.2.2 PHP	226
5.4 数据库物理设计与实施	159	7.2.3 JSP	226
5.4.1 创建“仓库管理系统”数据库	159	7.2.4 ASP.NET	227
5.4.2 建立和管理基本表	161	7.2.5 本教程案例开发平台的选择	227
5.4.3 建立和管理视图	169	7.3 JSP 开发工具及设计模式	227
5.4.4 建立和管理索引	171	7.3.1 Eclipse	227
5.5 访问数据库	172	7.3.2 数据库服务器 SQL Server 2008	229
5.5.1 数据查询	174	7.3.3 Web 服务器 Apache Tomcat	229
5.5.2 数据更新	178	7.3.4 Java 介绍	230
5.6 数据库维护	180	7.3.5 JDK	235
第 6 章 网上书店系统的设计与实现	187	7.3.6 jQuery	237
6.1 系统分析与设计	187	7.3.7 JSON	238
6.1.1 系统功能描述	187	7.3.8 代理模式	244
6.1.2 系统功能模块划分	187	7.3.9 工厂模式	245
6.2 数据库设计	188	7.3.10 MVC 模式	247
6.3 设计工程框架	188	第 8 章 数据库课程设计课题选编	249
6.3.1 创建工程	188	主要参考文献	254
6.3.2 配置环境	188		

第 0 章 概 述



数据库是计算机科学技术中发展最快、应用最广的领域之一，在信息处理领域有着至关重要的地位和作用。“数据库原理”或“数据库技术”是各所大学计算机科学与技术学科、信息管理学科及相关专业的必修课程，通过“数据库原理”或“数据库技术”课程的学习，学生能够掌握数据库的基本概念和基本原理，可以利用数据库进行一些简单的数据管理工作。以往各高校的数据库教学普遍存在着以课堂理论教学为主，理论和实践明显脱节的情况。在实际应用中，仅有理论知识和简单的操作经验还远远不够，必须要通过大量的应用实践，学生才能做到真正理解数据库的基本原理，并能够自如地运用所学的知识，对实际应用领域进行数据库设计，熟练掌握数据库管理的基本技能。因此，开设一门“数据库课程设计”综合实践课程，让学生参加数据库课程设计的全过程是非常有必要的，这不仅有利于巩固所学的数据库课程的理论知识，熟练掌握数据库的操作技能，还能培养学生灵活运用所学知识分析、解决实际问题的能力。同时，课程设计对于培养学生的团队协作精神、创新能力，以及可持续发展的能力也能起到积极的作用。

本章将首先简要介绍数据库课程设计的目标、结构、规范要求和评价标准。

0.1 数据库课程设计目标

数据库课程设计是数据库原理课程的后续实践课程，独立于具体的数据库原理教材，围绕数据库原理课程的教学内容，结合数据库系统的特点，通过分析一些中小型应用系统的数据管理需求，进行应用系统的数据库设计。在 SQL Server 数据库管理系统的平台支持之下建立数据库，并进行各种数据访问操作的实践，从而加深学生对数据库课程中应知必会知识的理解，并能在实际工作中加以灵活运用。同时，遵循学生的认知规律，课程设计项目的规模和需求大小适当，选择的案例贴近学生生活，循序渐进，逐步提高学生的数据库实践和应用能力。

数据库课程设计可以训练并培养学生完整、系统的数据库设计能力。一般来讲，课程设计比教学实验要更复杂一些，涉及的深度也更广一些，并且更加注重实际应用的系统性，通过课程设计中多个案例的综合训练，重点锻炼学生分析问题、解决问题的能力。最终的目标是通过数据库课程设计的形式，帮助学生系统地掌握数据库课程的主要内容，使学生真正了解数据库应用系统的设计流程和方法，更好地巩固数据库课程的学习内容。另外，数据库课程设计中的每一个课题都是一个小的系统，可以由几个学生以小组的形式合作完成，由此也可以培养和锻炼学生的团队协作精神。

数据库设计有科学的设计方法和设计工具，要真正掌握并熟练运用数据库设计的方法进行数据库应用系统的开发必须要有针对性地进行训练，数据库课程设计从实际应用的角度出发，按照数据库设计的阶段逐步进行训练，使学生不仅具有扎实的数据库理论基础，还具有较强的数据库基本技能和良好的基本素质，从而培养知识、能力、素质三者协调发展的具有

创新意识的高科技人才。

完成数据库课程设计的任务,可以促进学生有针对性地主动学习和查阅与数据库有关的基本教学内容及相关资料,从而实现如下目标。

1) 完成从理论到实践的知识升华过程。学生通过数据库设计实践进一步加深对数据库原理和技术的了解,将数据库的理论知识运用于实践,并在实践过程中逐步掌握数据库的设计方法和过程。

2) 提高分析和解决实际问题的能力。数据库课程设计是数据库应用系统设计的一次模拟训练,学生通过数据库设计的实践积累经验,可提高实际分析问题和解决问题的能力。

3) 培养创新能力。提倡和鼓励学生在开发过程中使用新方法和新技术,激发学生实践的积极性和创造性,开拓思路设计新系统,提出新创意,培养创造性的工程设计能力。

4) 培养学生的团队协作精神,建立群体共识。数据库设计是一项系统工程,需要靠集体的有效协作才能顺利、高效地完成,在数据库设计的过程中可以让学生充分体会团队协作的重要性。

作为实践教学的一个重要方面,数据库课程设计对于巩固数据库课程的知识点、提高实际操作技能、培养学生灵活运用知识解决实际问题的能力具有非常关键的作用;同时,对于培养学生的团队协作精神、创新能力及可持续发展的能力也能够起到积极的推进作用。

0.2 数据库课程设计结构

从培养掌握基本技能的应用型人才的角度出发,数据库课程设计重在锻炼学生分析、解决实际问题的能力,所以本教程将首先介绍课程设计的目标、规范要求和评价标准,然后简要回顾数据库的基本原理、基本概念;再通过4个实际应用系统需求的简要描述和数据库设计案例,带领读者逐步进行数据库的需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计、物理设计和实现数据库的各种操作;最后,为满足对应用系统开发有兴趣、有能力的读者的需求,介绍了应用系统开发环境和工具,并以“网上书店系统”为例,介绍应用系统开发的具体过程。读者可以在熟悉数据库设计工作和开发工具的基础上,参照开发实例,对已经设计完成的各个数据库进行应用系统的功能设计和编程工作。

0.3 课程设计规范要求

0.3.1 课程设计要求

数据库课程设计作为一门独立的计算机专业实践课程,为提高学生的学习、实践能力提供了一次很好的锻炼机会。但是,与理论课程教学模式不同,课程设计是一个让学生自己动手实践并在实践过程中获得感性认识的过程,因此,不可能简单地用命题考试的方式进行考核,必须对课程设计进行全过程的规范化管理,要求学生按照规定认真完成课程设计的任务,并提交规范的课程设计报告,记录课程设计中各个步骤的成果,认真总结课程设计的收获及体会。

根据实验条件和学生的动手能力,数据库课程设计可以让每个学生独立完成一个选题,也可以将3至4个学生编成一组,完成多个选题的设计工作,有能力的学生(小组)可以在完成数据库结构设计的基础上,借助应用开发工具开发数据库应用系统的原型,从而进一步锻炼、提升实践能力和应用水平。

0.3.2 课程设计的过程

1) 在深入理解数据库课程设计要求的基础上,以个人或小组为单位,进行选题,明确设计目标。

2) 按照数据库设计的步骤进行设计,认真记录设计的每一个阶段的成果;要求每一阶段的成果都要经过认真审核,以确保设计正确合理。

3) 在所设计的数据库中输入实例数据,选择适当的测试用例,利用 SQL 进行各种数据操作,检验语句运行结果。

4) 有编程能力的学生可以进一步分析应用系统的数据处理需求,设计应用系统的功能,编写数据库应用程序,进行数据库应用系统开发实践。

5) 进行课程设计成果验收。课程结束时,每人(个人完成课程设计)或分组(分组完成课程设计)讲解所完成的工作,展示设计完成的数据库结构,演示数据访问操作和结果,并回答指导教师及同学的提问。

6) 提交规范的课程设计报告。

0.3.3 课程设计报告的格式

数据库课程设计报告是本课程的重要成果文档,应该能够完整地反映学生在数据库课程设计中所做的工作和收获,所以报告应尽量做到格式规范、内容充实、条理清楚、重点突出。

课程设计报告主要包括以下内容(可供参考的基本格式要求)。

课程设计题目

摘要(200~300 字)

目录

1. 概述

包括课程设计选题、项目背景、课程设计报告的编写目的、课程设计报告的组织等内容。

2. 课程设计任务的需求分析

2.1 设计任务

2.2 设计要求

2.3 需求描述的规范文档

3. 概念结构设计

3.1 概念结构设计工具(E-R 模型)

3.2 XXX 子系统(局部)

3.2.1 子系统描述

3.2.2 分 E-R 图

3.2.3 说明

3.3 YYY 子系统

3.3.1 子系统描述

3.3.2 分 E-R 图

3.3.3 说明

.....

3.x 总体 E-R 图

3.x.1 E-R 图的集成

3.x.2 总体 E-R 图

4. 逻辑结构设计

4.1 关系数据模式

4.2 视图的设计

4.3 优化

5. 数据库物理设计与实施

5.1 数据库应用的硬件、软件环境介绍

5.2 物理结构设计

5.3 索引的设计

5.4 建立数据库

5.5 加载测试数据

6. 数据操作要求及实现

根据需求中给出的数据处理要求,设计访问数据库的具体要求,并用 SQL 加以实现。运行 SQL 语句进行测试(这部分以实际操作演示为主,报告中可以只选取部分重点功能加以描述)。

6.1 数据查询操作

6.2 数据更新操作

6.3 数据维护操作

6.4 其他

7. 收获、体会和建议(如果是小组合作完成,则必须附上小组各成员工作量的大小、完成情况及组内成绩评定等内容)

8. 主要参考文献

0.3.4 课程设计的管理

整个课程设计大约需要 20 ~ 30 学时,可以以个人或小组为单位进行。为方便管理,建议分组进行,以锻炼学生的团队合作精神。鉴于高校教育的特点,课程设计指导老师可能并不了解学生的实践能力,最好与班级管理人员(辅导员老师、班委)配合在课前对全班同学进行分组,以保证每个小组成员结构合理,根据实践能力均衡搭配,使所有同学都能从课程设计中获得良好的锻炼和进步。一般 3 ~ 4 人一组为宜,须设置组长一名,组长的职责如下。

- 1) 制定具体课程计划,人员任务安排。
- 2) 组织小组成员按时完成课程设计任务。
- 3) 协调小组成员完成各部分功能。
- 4) 控制项目进度,确保设计按计划进行。
- 5) 及时与指导教师沟通,定期汇报项目进展情况。
- 6) 组织小组成员完成课程设计报告和内部成绩评定。

0.4 课程设计的考评

数据库课程是操作性很强的实践性课程,除了要考查学生数据库基本理论的掌握情

况,还要重点考查学生利用数据库技术分析、解决实际问题规范性和动手能力。指导教师应全程跟踪指导整个课程设计过程,了解每一位学生课程设计任务完成的情况,并根据提交的课程设计报告、数据库的运行演示和学生回答问题的情况评定成绩。

1. 工作量要求

数据库课程设计的工作量一般应该是每位同学完成一个选题的设计,如果是分组进行的,则应根据小组成员的人数,选择完成相应数量的选题设计工作。如果在完成数据库结构设计的基础上,还较好地进行了系统开发工作,则可以考虑在成绩评定时将成绩提升一个档次。

2. 考评标准

1) 设计报告规范、完整,概念原理论述清楚,数据库设计结构合理,运行演示功能丰富正确,用户界面友好,能够完善地表现数据库设计各阶段功能,且回答问题准确明了,可以评为优秀(A)。

2) 设计报告规范、完整,概念原理论述清楚,数据库设计结构合理,运行演示功能正常,能够表现数据库设计各阶段功能,且回答问题正确,可以评为良好(B)。

3) 设计报告规范,概念原理论述基本清楚,数据库设计结构合理,运行演示功能基本正常,基本能够表现数据库设计各阶段功能,回答问题基本正确,可以评为中等(C)。

4) 设计报告基本规范,概念原理论述基本清楚,数据库设计结构基本合理,部分完成,能够部分表现数据库设计各阶段功能,回答问题部分正确,可以评为及格(D)。

5) 设计报告不规范,概念原理论述不清楚,数据库设计结构不合理,大部分功能未完成,基本不能运行,回答问题大部分不正确,可以评为不及格(E)。

以上标准只能作为参考,指导老师应该根据课程设计的实施过程灵活掌握。具体成绩评定可参照如下方法。

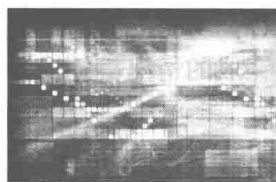
1) 如果不分组,每个学生独立完成选题的设计,则对每个学生进行考评。

2) 如果分组进行,则先进行组间考评,再进行组内成员成绩评定。先按上述标准考评各组的选题完成情况,对所有小组进行评判,分出等级,然后结合课程设计报告中的组内成绩评定,进一步给小组成员评定成绩。一般来说,每个小组内成员的成绩应该区分成不同的档次,完成情况优秀的小组的成员可以多评定一个优秀,完成情况较差的小组可以没有优秀。

0.5 数据库课程设计教学安排

数据库课程设计一般安排20~30学时,各学校可以根据实际情况进行调整,并在完成数据库理论教学和实验课程之后进行,教师可以根据实际教学情况和学生的水平灵活安排教学要求。可以每个学生一个选题,完成一个应用系统数据库设计的全过程,但一般不要求完成应用系统的开发;也可以分组进行,3~4人一组,完成多个应用系统的数据库设计全过程或完成数据库设计和应用系统开发的全过程。

数据库课程设计教程中给出了多个案例,学生可以参照进行练习,然后选择给出的课程设计题目或自拟题目完成相应的数据库设计工作并写出课程设计报告,这部分任务是每个(组)同学都必须完成的。数据库应用系统的开发可以作为提高部分,供有开发能力的同学选做。



第 1 章

数据库基础知识回顾

数据库课程设计是在学习了“数据库原理”和“数据库实验”课程之后开设的，学生应该已经掌握了数据库系统的基本概念、数据库设计的基本步骤，并能够熟练使用数据库语言 SQL 进行数据库访问操作，本章将简要回顾和总结一下相关的基本知识点。

1.1 数据库系统的概念

数据库技术产生于 20 世纪 60 年代中期，发展到今天仅仅只有 40 多年的历史，它已经历三代演变，造就出了 C.W.Bachman、E.F.Codd、James Gray 三位图灵奖得主；它发展了以数据建模和数据库管理系统（DBMS）核心技术为主导，内容丰富、领域宽广的新学科，并且带动了一个巨大的软件产业——数据库管理系统（DBMS）产品及其相关工具和解决方案。

1.1.1 数据库、数据库系统、数据库管理员和数据库管理系统

1. 数据库

数据库（DataBase，DB）是长期存储在计算机内、有组织的、大量的、可共享的数据集合，它可供各种用户共享，具有最小冗余度和较高的数据与程序的独立性。在多用户同时使用数据库时能够进行并发控制，且能及时有效地处理数据，提供安全性和完整性保护，并在发生故障后能够对系统进行恢复。

2. 数据库系统

数据库系统是基于数据库的计算机应用系统，是目前最成功、最为普及的计算机应用领域。数据库系统包括如下 6 个方面。

- 1) 以数据为主题的数据库。
- 2) 管理数据库的系统软件：数据库管理系统（DBMS）。
- 3) 数据库应用系统：为方便用户操作数据库而专门编制的应用程序系统。
- 4) 支持数据库系统运行的计算机硬件环境、操作系统环境；现代数据库系统一般都运行在计算机网络、Internet 环境之中。
- 5) 用户：管理和使用数据库系统的人，其中特别重要的用户是数据库管理员。
- 6) 方便使用和管理系统的说明书（技术说明书、使用说明书等）。

3. 数据库管理员

数据库管理员（DataBase Administrator，DBA）是专门从事数据库管理工作的人员，DBA 通常指数据库管理部门，职责是全面地管理和控制数据库系统，在数据库系统中的作用十分重要。DBA 的具体职责包括如下 5 点。

- 1) 决定数据库的信息内容和结构。
- 2) 决定数据库的存储结构和存取策略。

3) 定义数据的安全性要求和完整性约束条件。

4) 监督和控制数据库的使用和运行。

5) 数据库系统的改进和重组。

4. 数据库系统的特点

与传统的人工管理和文件系统管理数据方式相比较,采用数据库系统进行数据管理有着无可比拟的优点,这是数据库系统能够得到广泛、长期的应用的重要原因。总结起来,数据库系统具有如下一些重要特点。

(1) 数据结构化

数据库系统中的数据具有面向全组织领域的、复杂的数据结构,这一点体现了数据库与文件系统的根本区别。

(2) 数据共享性好,冗余度小,易扩充

数据库系统中的数据由全系统的所有用户共享,多用户可以通过计算机网络并发访问数据库。而且通过科学规范的数据库设计手段,数据库具有最小的数据冗余度,易于扩充和维护。

(3) 较高的数据与程序的独立性

数据库系统中的数据具有较高的数据与程序的独立性。所谓数据与程序的独立性,又称为数据独立性,是指应用程序与存储数据之间相互独立的特性。即当修改数据的组织方法和存储结构时,应用程序全部或部分不用修改的特性。数据与程序的独立性进一步可以分为物理数据独立性和逻辑数据独立性两种类型。

1) 物理数据独立性又称为存储数据独立性,是指当数据库系统中数据的存储方法和存储结构发生改变时,应用程序不需要改变的特性。

2) 逻辑数据独立性又称为概念数据独立性,是指数据库系统中全局数据结构发生了改变,但局部数据结构可以不变,因此相关的应用程序不需要改变的特性。

数据与程序的独立性给应用程序的编写带来了极大的方便。

(4) 统一的数据控制功能

数据库系统的数据由数据库管理系统(DBMS)软件进行统一管理和控制,包括数据的安全性、数据的完整性、并发控制和数据库故障恢复等多个方面。

5. 数据库管理系统

数据库管理系统(DataBase Management System, DBMS)是为数据库的建立、使用和维护而配置的软件,它建立在操作系统的基础之上,对数据库进行统一的管理和控制。数据库管理系统是数据库系统的核心。

数据库管理系统是由数据定义语言(Data Definition Language, DDL)及其翻译处理程序、数据操纵语言(Data Manipulation Language, DML)及其翻译处理程序、数据库运行控制程序和一些实用程序组成的。

数据库管理系统(DBMS)的具体功能主要包括如下6个方面。

(1) 数据库定义

数据库定义功能用于定义构成数据库结构的各种模式,以及它们之间的映射和相关的数据库约束条件。数据库管理系统提供的数据库定义语言(SQL的功能之一)可用于定义数据库的外模式、模式和内模式。

（2）数据库操纵

数据库操纵功能用于接收、分析和执行用户访问数据库的各种操作请求，并完成对数据库的查询、插入、修改、删除等操作。数据库管理系统提供的数据库操纵语言（SQL 的功能之一，也是最为核心的功能）可用于实现上述数据库操作。

SQL 可以以宿主型（嵌入开发工具语言中运行）和自含型（在 DBMS 环境中运行）两种方式工作。

（3）数据库运行管理

数据库运行管理功能用于控制和管理整个数据库系统的运行，包括多用户对数据库访问的并发控制、安全性检查、完整性约束条件的检查和执行、数据库内部维护等。

（4）数据的组织、存储和管理

数据的组织、存储和管理功能用于分门别类地组织、存储和管理数据字典、用户数据、存取路径等多种数据。

（5）数据库的建立和维护

数据库的建立和维护功能包括数据库数据的初始装入、数据库的转储与恢复、数据库的重组织与重构造、性能的监视与分析等。

（6）数据通信接口

数据通信接口提供了数据库系统与其他软件系统进行通信的功能。

1.1.2 数据库系统的发展

在计算机出现之前，人类社会最先是采用人工方式来管理数据，可以想象这种管理方式是何等的复杂、繁琐而又效率低下，严重地制约着数据管理的发展和应用。计算机研制成功之后，很快就被应用于数据管理领域。早期，计算机采用文件系统进行数据管理，其为每一类数据建立一个数据文件，并编写专门的程序对数据文件进行数据的各种加工处理操作。这种方式相对于手工管理是前进了一大步，但考虑到实际应用数据的海量性和管理的复杂性，效率依然低下，且数据与程序不具有独立性，给编程工作带来了很大的困难。随着计算机技术的飞速发展，20 世纪 60 年代数据库技术应运而生。数据库技术一经产生，便显示了其在数据管理领域的强大优势，得到了迅速的发展和广泛的应用。迄今为止，数据库技术已经经历了传统数据模型（层次数据模型、网状数据模型）到关系数据模型的发展，关系数据模型由于其有雄厚的数学基础作为支持，发展最为成熟，应用最为广泛，是我们学习数据库技术的重点内容。20 世纪后期，数据库技术又向新一代的面向对象的数据模型方向发展，并且有了成功的产品和应用案例，但是到目前为止，关系数据模型依然占据着数据库应用的绝对市场份额。

1. 数据模型

采用数据库进行数据管理，首要的问题就是要将现实世界应用领域中的客观事物正确地转换为数据库中的数据。如何将现实世界中的客观事物转换为数据库系统（机器世界）中形式化的结构数据，这需要借助数据模型作为工具。数据模型（Data Model）是数据库系统中用于提供信息表示和数据操作手段的工具，是对现实世界中的数据和信息进行抽象、表示和处理的工具。

数据模型需要满足如下三个要求。

- 较真实地模拟现实世界。
- 容易为人所理解。
- 便于在计算机上实现。

数据模型按应用目的可以分为两个层次：

(1) E-R 模型 (信息模型, 概念数据模型)

将现实世界中的客观事物转换为数据库系统中形式化的有结构的数据, 是一项非常复杂的任务, 一步到位进行转换很困难, 且容易产生错误和不一致的问题。为保证转换结果的科学性和正确性, 引入了概念数据模型作为转换的中间步骤。概念数据模型又称为信息模型, 是人们对现实世界认知、抽象的第一步结果。一般采用直观易懂的 E-R 图来描述现实世界的信息结构, 所以其又称为 E-R 模型, 是按用户的观点对现实世界的数据和信息进行建模, 主要用于数据库设计阶段。

(2) 数据模型

数据模型是按照在计算机上实现的观点对数据进行建模, 面向计算机, 其主要用于数据库管理系统的实现, 每一个数据库管理系统产品都是基于特定的数据模型研制的。数据模型是数据库系统的核心和基础。

2. 客观事物之间的联系

数据库中的数据用来描述现实世界客观存在的事物, 现实世界的事物彼此之间是有联系的, 这种联系反映在信息世界中可分为两类: 实体集内部的联系和各种实体集之间的联系。数据库系统研究的重点是现实世界中各种实体集之间的联系。

两个实体集之间的联系可以分为如下三种类型。

(1) 一对一联系 (1:1 联系)

如果实体集 A 与实体集 B 之间存在联系, 并且对于实体集 A 中的每一个实体, 实体集 B 中至多有一个实体与之联系; 反之, 对于实体集 B 中的每一个实体, 实体集 A 中至多有一个实体与之联系, 则称实体集 A 与实体集 B 之间具有一对一联系。

例如: 班级集合与班长集合之间是一对一的联系。对于班级集合中每一个班级, 在班长集合中至多有一个班长与之对应 (可能还没有选定); 反之, 对于班长集合中每一个班长, 在班级集合中至多有一个班级与之对应。

(2) 一对多联系 (1:n 联系)

如果实体集 A 与实体集 B 之间存在联系, 并且对于实体集 A 中的每一个实体, 实体集 B 中有 $n (n \geq 0)$ 个实体与之联系; 反之, 对于实体集 B 中的每一个实体, 实体集 A 中至多有一个实体与之联系, 则称实体集 A 与实体集 B 之间具有一对多联系。

例如: 一般来说, 班级与学生、班主任与学生集合之间都是一对多的联系。一个班级有多个学生, 每个学生只属于一个班级; 一个班主任管理多个学生, 每个学生只归一个班主任管理。

(3) 多对多联系 ($m:n$ 联系)

如果实体集 A 与实体集 B 之间存在联系, 并且对于实体集 A 中的每一个实体, 实体集 B 中有 $n (n \geq 0)$ 个实体与之联系; 反之, 对于实体集 B 中的每一个实体, 实体集 A 中也有 $n (n \geq 0)$ 个实体与之联系, 则称实体集 A 与实体集 B 之间具有多对多联系。

例如: 学生与教师, 学生与课程, 供应商、项目、零件集合之间一般是多对多联系。一

个学生可以听多个教师授课，每个教师可以教授多个学生；一个学生可以学习多门课程，每门课程可以有多个学生学习；每个供应商可以供应多个项目多种零件，每个项目可以使用多个供应商供应的多种零件，每种零件可以被多个供应商供应给多个项目。

注意：现实世界中各个实体集之间的联系并不是一成不变的，联系的类型与应用领域管理的语义（规定）有关，规定不同，联系的类型可能就会不同，必须具体问题具体分析，才能得出正确的实体集之间的联系类型。

3. 实体－联系方法（E-R 方法）

为了将现实世界中的客观事物正确地转换为数据库中的数据，必须对现实世界进行数据建模，现实世界中的客观事物缤纷复杂，一步到位建立数据模型容易出错，所以通常都是先对现实世界中的客观事物建立信息模型，再将信息模型转换为数据模型。

通常用 E-R 图描述现实世界的信息结构（称为 E-R 模型，概念模型），所以建立概念模型的方法也称为实体－联系方法（Entity-Relationship Approach）。

E-R 图中的符号及其含义分别如下。

- 矩形框：表示实体型。
- 菱形框：表示实体之间的联系。
- 椭圆框：表示实体或联系的属性。

E-R 图示例如图 1-1 所示。

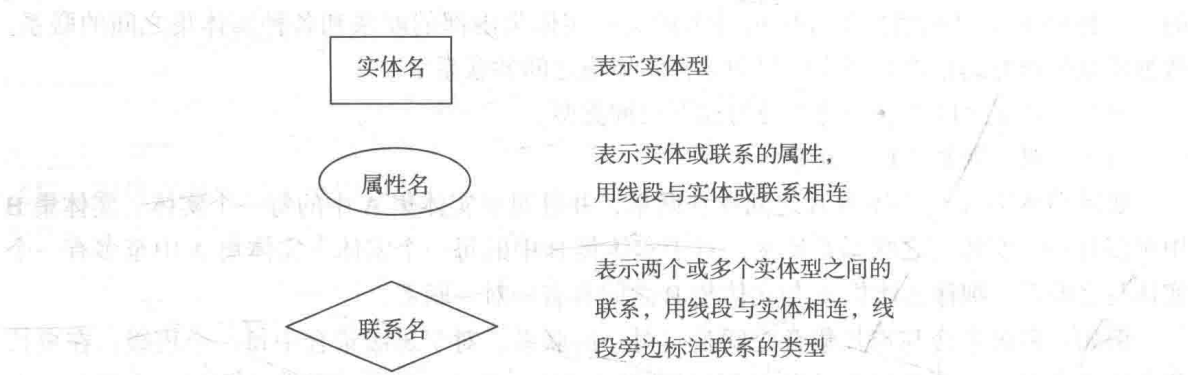


图 1-1 E-R 图示例

图 1-2 给出了实体和属性的 E-R 图示例。

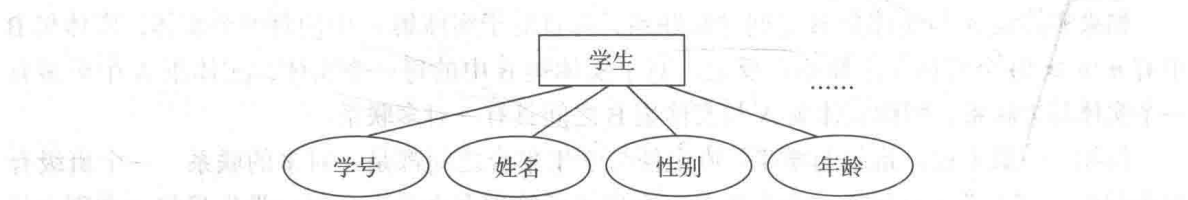


图 1-2 实体和属性的 E-R 图示例

图 1-3 给出了两个实体型（集）之间联系的 E-R 图示例。

图 1-4 给出了三个（两个以上）实体型（集）之间联系的 E-R 图示例。其中“供应量”描述某供应商供应某项目某种零件的数量，所以是三个实体集之间联系的属性。

—— 数据库系统概论（第 4 版）——